

小秦岭金矿特富矿段的圈定及合理性研究

薛良伟¹, 张帅民², 张向卫²

(1. 河南省国土资源科学研究院, 郑州 450053; 2. 灵宝市金源矿业有限责任公司, 河南灵宝 472500)

[摘 要] 小秦岭金矿为一超大型的含金石英脉型矿床, 石英脉数量多、规模大、品位富, 金的分布极不均匀, 局部地段常形成特富矿段, 对资源量的估算结果影响很大, 因而需要对特富矿段进行合理的圈定和估算。资源储量估算时特高品位的确定和处理非常关键, 不同处理方法得到的矿体平均品位和资源储量结果之间差别很大, 直接影响到对资源量的合理性评价。

[关键词] 特富矿段 特高品位 资源量 小秦岭金矿

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)02-0272-05

Xue Liang-wei, Zhang Shuai-min, Zhang Xiang-wei. Reasonable assessment of reserves for the extremely rich ore section in the Less Qinling gold deposit[J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(2): 0272-0276.

小秦岭地区地处华北陆台南缘, 是我国重要的石英脉型金矿集中区。经过数十年的金矿勘查, 在小秦岭金矿田内已发现含金石英脉 500 余条, 建立大、中型矿山二十余座。勘探和采矿资料表明矿脉厚度变化系数 52% ~ 80%, 属厚度稳定型金矿床。矿体的品位从边界品位 1 g/t 起, 最高可达到数 kg/t, 品位变化系数 98% ~ 276%, 为极不均匀型(栾世伟等, 1990; 陈衍景等, 1992), 表现出小秦岭金矿化很不均匀、局部非常富集的特点, 很多矿脉局部出现较多的特高品位、形成特富矿段, 对资源量的估算结果影响很大。因此, 如何较好地确定、处理特高品位继而圈定出部分特富矿段一直是一个具有争议性的问题, 有关实例及相关讨论少见报道。本文对业已通过主管部门评审备案的小秦岭石英脉金矿特富矿段圈定实例进行了分析总结^①, 对其资源量估算的合理性进行了评价, 进而探讨了特高品位处理的几种方法及其对资源量估算结果的影响。

1 区域地质与矿床地质

1.1 区域地质

小秦岭金矿田出露岩石主要为新太古宙太华群

TTG 质花岗片麻岩、表壳岩系和后期侵入的伟晶岩、花岗岩体组成。区内褶皱、断裂构造极为发育, 主构造线方向呈近东西向展布, 南北分别以小河、太要区域性韧性剪切带为界, 构造形态上形成了北西西向的形态复杂的线型褶皱, 总体上构成短轴背斜或穹隆。区内侵入岩分布广泛, 分布有众多不同时代的花岗岩及各类脉岩。主要花岗岩体桂家峪、小河、文峪、娘娘山等岩体, 脉岩主要有花岗伟晶岩、辉长辉绿岩、细晶岩、辉绿岩、煌斑岩等(胡受奚等, 1988; 陈衍景等, 1998)。

1.2 矿床地质

小秦岭金矿受多级韧性剪切带网络系统控制, 控矿构造为叠加在剪切带之上的逆冲断层构造系(薛良伟等, 1998)。矿化石英脉总体沿韧性剪切带充填, 石英脉在剪切带中成单脉状, 并具有分支复合、尖灭再现特征, 其形态、产状与剪切带整体上保持一致, 局部石英脉倾向反转。石英脉两侧的糜棱岩和围岩均有黄铁绢英岩化蚀变和矿化, 有的达到工业指标构成矿体的一部分。矿体长度一般为 300 ~ 500 m。矿体厚度一般从 1 cm ~ 2 m, 最厚可达 6 m 以上。探明成矿标高 2200 ~ 0 m, 垂深达 2200 m 以

[收稿日期] 2009-12-04; [修订日期] 2010-03-17; [责任编辑] 陈喜峰。

[基金项目] 河南省科技重点攻关项目(0423032600)资助。

[作者简介] 薛良伟(1965年-), 男, 1986年毕业于南京大学, 博士后, 教授级高级工程师, 主要从事矿产地质科研、矿产资源勘查与评价等工作, E-mail: lwxue@sina.com。

上。主矿脉总体走向呈 NWW-近 EW 向,倾向 N-NNE,倾角 9~50°。是一个以金为主、伴生 Mo、Te、W、Ag、Cu、Pb、S 的特大碲化物型金矿(薛良伟等,2004)。

矿床中金属矿物主要为黄铁矿,约占金属矿物总量的 80% 以上,次要矿物有方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、磁铁矿、磁黄铁矿、白钨矿、赤铁矿、辉钼矿、自然金、银金矿、碲金矿、碲金银矿、碲银矿、碲铅矿、碲铋矿等;脉石矿物有石英、方解石、斜长石、微斜长石、黑云母、白云母等。矿石中的金以自然金为主,占全金的 96%,少量为碲金矿、碲金银矿(薛良伟等,2004)。自然金以明金为主,在矿石中呈包裹金、粒间金、裂隙金三种形式存在,以包裹金为主。主要载体矿物是石英、黄铁矿。自然金以规则粒状为主,其它还有细脉状、长条状、三角状等。金成色为 835.9~969。金成矿分为 3 个阶段:第一阶段为黄铁矿-石英阶段,石英均一温度 330~385℃;第二阶段为多金属硫化物阶段,石英均一温度 210~295℃;第三阶段为碳酸盐-黄铁矿-石英阶段,石英爆裂温度 90~150℃。总之,小秦岭金矿属于受多级韧性剪切带控制的中温热液石英脉型金矿床(栾世伟等,1990;薛良伟等,1996)。

2 特高品位的确定和处理

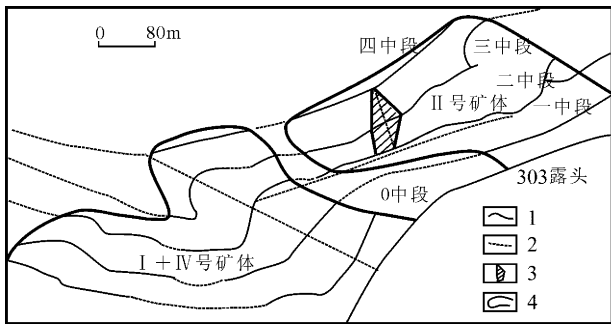


图 1 小秦岭 303 号石英脉工程分布及特富矿段位置平面图

Fig. 1 Location of the extremely rich ore section and tunnel distribution of No. 303 quartz vein, Less Qinling region

1-石英脉露头;2-坑道;3-特富矿段;4-矿体

1-outcrop of quartz vein;2- tunnel;3- extremely rich ore section;4- ore body

2.1 样品的基本特征

特富矿段位于小秦岭中部 303 号石英脉的中心部位,特富矿段内共有 30 条样线,112 件样品(图

1)。采样方法为刻槽法,采样间距 5~8 m,刻槽宽深规格为 10 cm×5 cm,单样长不超过 1 m。一般先采取石英脉及其上下盘蚀变岩各一个样品。上下盘蚀变岩取样长 30~40 cm,矿化强时适当加长。若上下盘品位高于边界品位,则继续采样,直至上下盘品位低于边界品位,将样线端点样品品位控制到边界品位以下。

对 30 条样线的 112 件样品进行变化系数的计算,112 件样品平均长度为 0.43cm,变化系数为 40%,属稳定型;品位变化系数为 215%,属不均匀型。将 30 条样线中的石英脉与蚀变围岩样品分开计算,可以看出样长变化系数变化不大,属稳定型,而二者的品位变化系数相差很大,石英脉的变化系数为 104%,属较均匀型,蚀变围岩的变化系数为 333%,属极不均匀型。

表 1 特富矿段样品的样长、品位及其变化系数表

Table 1 Lengths and grades of samples and their variable coefficients from extremely rich ore section

样品类型	个数	平均样长 (m)	样长变化 系数(%)	平均品位 (g/t)	品位变化 系数(%)
全部样品	112	0.43	40	42.82	215
石英脉	31	0.51	49	89.51	104
蚀变围岩	81	0.40	38	20.76	333

2.2 特高品位的确定

特高品位的确定一般是根据已勘探的矿床所取得的经验数字,不同类型的矿床有不同的特高品位的最低界线。品位分布均匀的矿床,其特高品位界线一般为平均品位的 2~3 倍。而品位不均匀或很不均匀的矿床,其最低界线可达 12~15 倍。因此,组分分布不均匀的矿床特高品位样品出现的机会较多,所以特高品位的最低界线就比较高(侯德义,1984;高世贤,2009)。

按照《岩金矿地质勘查规范(DZ/T0205-2002)》的规定,将单样品位值高于矿床(体)平均品位六至八倍的样品确定为特高品位样。确定特高品位样时,应参照矿体品位变化系数大小来确定,当矿体品位变化系数大时取上限值,变化系数小时取下限值。

根据计算,特富矿段所在的 II 号矿体的单样厚度加权平均品位为 28.80g/t,品位变化系数为 276.04%,其特高品位下限为平均品位的 8 倍,即 230.40g/t。按照大于 II 号矿体的特高品位下限值来确

定,有 6 个特高品位样(表 2)。可以看出,替代品位大幅下降,下降倍数达 8~18 倍。

表 2 特高品位处理结果表

Table 2 Treatment result of extremely high grade samples

序号	样长 (m)	品位 (g/t)	米·克/吨 (m·g/t)	替代品位 (g/t)	品位下 降倍数
1	0.30	473	141.90	28.80	16.4
2	0.25	351	87.75		12.2
3	0.2	530	106.00		18.4
4	0.65	342	222.30		11.9
5	0.82	274	224.68		9.5
6	0.17	243.7	41.43		8.5

实际上,进行金矿的储量计算时判断一条样线是否达到标准主要有 2 个指标,即样线的厚度加权平均品位不低于最低工业品位以及 m·g/t 值不低于最低工业品位和最低可采厚度的乘积。表 3 显示 30 条样线的品位、m·g/t 值的变化系数远小于单个样品的变化系数,属均匀型。最高品位、最大 m·g/t 值分别为其算术平均值的 3.61、3.55 倍,与单个样品的品位分布特征相比离散性小了很多,所以对样线的品位进行特高品位处理就会减少特高品位的几率(侯景儒等,2001;高世贤,2009)。另外,采样方法也是造成部分样品品位较高的重要原因,如采样时按矿石类型分开取样,人为分开石英脉和蚀变围岩样品后,样品长度较小(平均样长仅 0.43 m)等。如果采样时加大样品长度到最小可采厚度,得到的样品品位就基本相当于前述的样线平均品位,就不会出现处理很多特高品位的状况。因此,特高品位的确定不仅要看单样的品位变化值,也要考虑样线的品位变化情况以及采样方法等人为因素的影响(庞绪成等,2008)。

表 3 特富矿段样线的样长、品位及其变化系数表
Table 3 Lengths and grades of whole samples and their variable coefficients for extremely rich ore section

	样线长(m)	品位(g/t)	米·克/吨(m·g/t)
分布范围	0.35~3.53	1.34~167.98	0.47~245.56
算术平均值	1.59	47.37	68.11
变化系数(%)	46	97	94

2.3 特高品位的处理

对特高品位的处理,经常采用的方法有用整个块段、整个坑道、单工程(矿体厚大时)或相邻的两个样线的平均品位来代替特高品位,重新加权计算

样线品位。一般来说,单工程(矿体厚大时)或相邻的两个样线的平均品位要大于整个块段、整个坑道的平均品位。

3 特富块段的划分依据及计算方法

小秦岭地区石英脉金矿物以明金为主,品位变化大,局部富集的特点很明显,依照《岩金矿地质勘查规范(DZ/T0205-2002)》中“如果特高品位样品呈有规律分布,且可以圈出高品位样带时,则可将高品位样带单独圈出,计算品位、估算资源/储量,不作为特高品位样品处理”的原则,把Ⅱ号矿体中部的局部富集块段单独圈出,单独计算。

3.1 划分依据

① 该矿段品位高:最高品位达 530 g/t,单样厚度加权平均品位达 42.82 g/t,是其它矿段平均品位的 1.5~3.5 倍。所采矿石主要用来配矿,调剂入选品位。

② 高品位样品集中:所划特富矿段内参加储量估算的有 30 条样线的 112 个样品,其中大于 100 g/t 的 12 个,占总样线的 40%;50~100 g/t 的 10 个,占总样线数的 33.3%,二者合计占总样数的 73.3%,样线品位变化系数为 97%,属品位均匀矿体。

③ 控制程度高:特富矿段由沿脉平巷和上、下天井控制,每个矿块均受 2~4 边工程控制,控制块段长度为 40 m,块段与采场一致,从而有利于指导生产。

3.2 计算方法与结果

(1) 圈出特富矿段

依照《岩金矿地质勘查规范(DZ/T0205-2002)》,对该特富矿段不进行确定和处理特高品位,用参加块段计算的所有样品的单样厚度加权平均后得到块段平均品位 42.82 g/t。该特富矿段属于矿山边采边探,由沿脉平巷和上、下天井控制,控制程度高,品位富,经济价值大,根据《固体矿产资源/储量分类》,储量类别达(111b)类,估算获得(111b)类金金属量 652 kg。

(2) 不圈特富矿段

对Ⅱ号矿体所有样品进行处理后确定Ⅱ号矿体特高品位的下限值为 230.40 g/t,据此特富矿段范围内需处理 6 个特高品位(表 2),处理后该块段的品位是 27.70 g/t,获得(111b)类金金属量 422 kg。

(3) 按样线确定和处理特高品位

计算样线的平均品位时已经将单样品位贫化

了,富矿段中样线最高品位为其算术平均值的3.61倍,无特高品位,因此金属量为652 kg。

通过圈与不圈特富矿段资源储量的估算,金金属量增加了230 kg,增加幅度达54.50%,可以看出,特富矿段的圈定以及特高品位的处理对储量估算的影响很大。因此,对于金矿等有用组分分布极不均匀的贵金属或稀有金属矿床,如果品位变化系数大,有部分高品位样品分布较集中,就需要通过圈定特富矿段来进行处理,力求合理估算其资源储量。方法3对30条样线的品位进行类似处理,单样品位通过厚度加权平均得到的样线品位大大降低,品位变化系数小,就不需处理特高品位和圈定特富矿段了(王斯亮等,2000;伍思洪,2005;胡世杰,2006)。

对特富矿段所在的Ⅱ号矿体进行类似的处理。经估算,进行特高品位处理后估算的金金属量为2012 kg,不进行特高品位处理估算的金金属量为3164 kg,两种方法估算的金金属量的差额有1吨多,两者相差达57.25%,潜在经济价值也相差2亿多元。可以看出,经过特高品位处理后金属量和品位的大幅下降,影响了对矿床资源储量的合理估算。因此合理的选择估算方法是非常重要的,要正确确定估算参数,从而获得可靠的资源储量结果(张起钻等,2008)。

4 结论与讨论

通过对小秦岭金矿特富矿段的圈定及储量计算结果表明,对于品位较高的石英脉型金矿来说,特高品位的处理会造成储量和品位的大幅下降,对矿床规模大小的认识、经济效益评价等问题产生较大的影响。采样方法是造成出现较多特高品位的重要原因,即采样时人为的分开石英脉和蚀变围岩样品,样品长度较小等,而加大样品长度会解决这个问题,加长后样品的品位就基本相当于前述的样线品位,特高品位出现的几率就会降低。因此,对整条样线的品位进行特高品位的处理较为合适。

小秦岭地区矿山对金矿脉的开采数据表明,除个别矿山外,普遍存在地质储量正变的情况。所以,整个小秦岭金矿资源按上述比例进行粗略估算,储量及规模将增加很多,这必然会影响到对小秦岭金矿资源的整体评价。其他地区的金矿如河台金矿床报道的品位存在负变问题(刘振升,2000,2001;龚朝阳,2007),说明特高品位的处理对品位和储量存在正变、负变等不同程度的影响,因此如何合理的确定和处理特高品位值得进一步探讨。

对于类似小秦岭金矿这样规模较大、品位较富的矿床,对其进行特富矿段的圈定可以减少特高品位处理造成金属量和品位大幅下降的影响,这对调配入选矿石品位、提高矿山经济效益以及评估、转让矿业权等方面有重要作用。

致谢 本文在成文过程中,河南省国土资源科学研究院卢欣祥教授、中国科学院广州地球化学研究所赵太平研究员以及审稿专家均提出了宝贵意见,在此一并致谢。

[注释]

- ① 河南省地质科学研究所,河南省灵宝市桐沟金矿. 1994.《河南省灵宝市桐沟金矿303脉1993年度矿山地质储量报告》

[References]

- Chen Yan-jing and Fu Shi-gu. 1992. Gold mineralization in west Henan [M]. Beijing: China Seismological Press:1-234
- Chen Yan-jing, GuoGuang-jun, Li Xin. 1998. Metallogenic geodynamic background of gold deposits in granite-greenstone terrains of North China craton[J]. Science in China (Series D), 41(1):113-120
- Gao Shi-xian. 2009. Preliminary analysis and discussion on ore grade change in prospecting and mining of No. 1 ore body in the west section of No. 60 vein in Qinling gold mine[J]. Gold, 30(1):14-17
- Gong Zhao-yang. 2007. Analysis of prospecting and mining comparison and resource reserve changes in Yunxi ore field of Hetai gold deposit [J]. Gold Science and Technology, 15(3):47-52
- Hu Shou-xi, Lin Qian-long. 1988. Geology and metallogeny of collisional belt between the South and the North China Plates[M]. Nanjing: Nanjing University Press:1-558.
- Hou De-yi. 1984. Prospecting and Exploration [M]. Beijing: Geological Publishing House:1-180
- Hou Jing-ru, Huang Jing-xian. 2001. Application of geostatistics in classification for resources/ reserves of solid fuels and mineral commodities[J]. Geology and Exploration, 37(6):61-66
- Hu Shi-jie. 2006. Geological characteristics and the occurrence regularity of rich pocket of Yunxi ore area in Hetai gold filed[J]. Gold Science and Technology, 14(3):19-22
- Luan Shi-wei, Chen Shang-di. 1990. Main ore-controlling factors and metallogenic model of gold deposits in Xiaolinling area[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 5(4):1-14
- Liu Zhen-sheng. 2000. Study on ultrahigh grade and regularity of mineralizing enrichment at Hetai gold deposits[J]. Southern Iron and Steel, 117:6-10
- Liu Zhen-sheng. 2001. Study on ultra-high grade and regularity of mineralogenetic enrichment of Hetai Gold Deposits[J]. Gold, 22(3): 11-14
- Ministry of Land and Resources, P. R. C. . 2003. Specifications for hard-rock gold exploration[M]. Beijing: Geological Publishing House:1-15
- Pang Xu-cheng, HU Rui-zhong. 2008. The Indeterminacy Phenomenon and the Reasons in Gold Mine Exploration[J]. Geology and Exploration, 44(1):80-81

Wang Si-liang, Li De-xin. 2000. The Characteristics and Foreeast of Bonanzas in Yunxi Deposit of Hetai Gold Mine [J]. Gold Journal, 2 (1): 17-21

Wu Si-hong. 2005. The character of Rich Pocket in Hetai Gold Field [J]. Gold Science and Technology, 13 (3): 33-35

Xue Liang-wei, Chai Shi-gang, Zhu Jia-wei. 2004. Study on accompanying tellurium resources in Xiaoqinling gold deposit [J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 24 (2): 42-45

Xue Liang-wei, Shi Quan-zeng, Yu Xiang-dong, Zheng Ya-dong and Zhang Jin-jiang. 1998. Mechanism of inversion metallogeny of quartz vein type gold deposits in the Xiaoqinling region [J]. Chinese Science Bulletin, 43 (2): 848-850.

Xue Liang-wei, Zhou Chang-ming, Pang Ji-qun, Wang Xiang-guo. 1996. Inversion tectonics and prospecting mineralogy of Tonggou gold deposit in Xiaoqinling region [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press: 1-88

Zhang Qi-zuan, Yang Jian-gong. 2008. Common questions about estimation of solid mineral in resources reserves [J]. Geology and Exploration, 44 (4): 74-78

[附中文参考文献]

陈衍景, 富士谷. 1992. 豫西金矿成矿规律 [M]. 北京: 地震出版社: 1-234

陈衍景, 郭光军, 李欣. 1998. 华北克拉通花岗岩地体中金矿床的成矿时间、空间和地球动力背景 [J]. 中国科学 (D 辑), 28 (1): 35-40

高世贤. 2009. 秦岭金矿 60 号脉西段 1 号矿体探采品位变化的初步分析与探讨 [J]. 黄金, 30 (1): 14-17

龚朝阳. 2007. 河台金矿云西矿床探采对比与资源储量变化分析 [J]. 黄金科学技术, 15 (3): 47-52

胡受奚, 林潜龙. 1988. 华北与华南古板块拼合带地质与找矿 [M]. 南京: 南京大学出版社: 1-558

侯德义. 1984. 找矿勘探地质学 [M]. 北京: 地质出版社: 1-180

侯景儒, 黄竞先. 2001. 地质统计学在固体矿产资源/储量分类中的应用 [J]. 地质与勘探, 37 (6): 61-66

胡世杰. 2006. 河台金矿云西矿区富矿包地质特征及赋存规律 [J]. 黄金科学技术, 14 (3): 19-22

栾世伟, 陈尚迪. 1990. 小秦岭金矿主要控矿因素及成矿模式 [J]. 地质找矿论丛, 5 (4): 1-14

刘振升. 2000. 对河台金矿床特高品位及成矿富集规律的研究 [J]. 南方钢铁, 117: 6-10

刘振升. 2001. 河台金矿床特高品位及成矿富集规律研究 [J]. 黄金, 22 (3): 11-14

庞绪成, 胡瑞忠. 2008. 金矿勘探中的“测不准”现象及原因分析 [J]. 地质与勘探, 44 (1): 80-81

王斯亮, 李得钦. 2000. 河台金矿云西矿床富矿包特征及预测 [J]. 黄金学报, 2 (1): 17-21

伍思洪. 2005. 河台金矿田富矿包的特征 [J]. 黄金科学技术, 13 (3): 33-35

薛良伟, 周长命, 庞继群, 王祥国. 1996. 小秦岭桐沟金矿反转构造及找矿矿物学 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社: 1-88

薛良伟, 石铨曾, 尉向东, 郑亚东, 张进江. 1998. 小秦岭石英脉型金矿的反转成矿机制 [J]. 科学通报, 43 (2): 203-206

薛良伟, 柴世刚, 朱嘉伟, 李明立. 2004. 小秦岭金矿伴生铋资源研究 [J]. 矿产保护与利用, 24 (2): 42-45

中华人民共和国国土资源部. 2003. 岩金矿地质勘查规范 [M]. 北京: 地质出版社: 1-15

张起钻, 杨建功. 2008. 固体矿产资源储量估算应注意的问题 [J]. 地质与勘探, 44 (4): 74-78

Reasonable Assessment of Reserves for the Extremely Rich Ore Section in the Less Qinling Gold deposit

XUE Liang-wei¹, ZHANG Shuai-min², ZHANG Xiang-wei²
(1. Henan Academy of Land and Resources Sciences, Zhengzhou, 450053;
2. Jinyuan Mining Industry Co. Ltd of Lingbao; Lingbao; Henan 472500)

Abstract: The Less Qinling gold deposit is a super-large gold-bearing quartz vein type deposit, in which there are a great number of large-scale quartz veins with high gold grade. The gold distribution is extremely uneven and some sections are very rich in gold, which greatly influences the calculation of gold reserves. Therefore, it is necessary to reasonably contour the extremely rich sections and to calculate their gold reserves. While calculating the reserves, the key problem is how to decide the extremely high grade and how to treat the extremely rich sections. Different treatment methods can obtain different calculated average grade of gold ores and different gold reserves, which will greatly influence the reasonable evaluation of the gold deposit.

Key words: extremely rich ore section, extremely high grade, reserves, Less Qinling gold deposit